

جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

﴿ النشرة الخامسة للسنة الخامسة ﴾

٥٨

محاضرة

ترعة مرسيليا — الرون الملاحيه

﴿ لحضرة محمود افندى علي ﴾

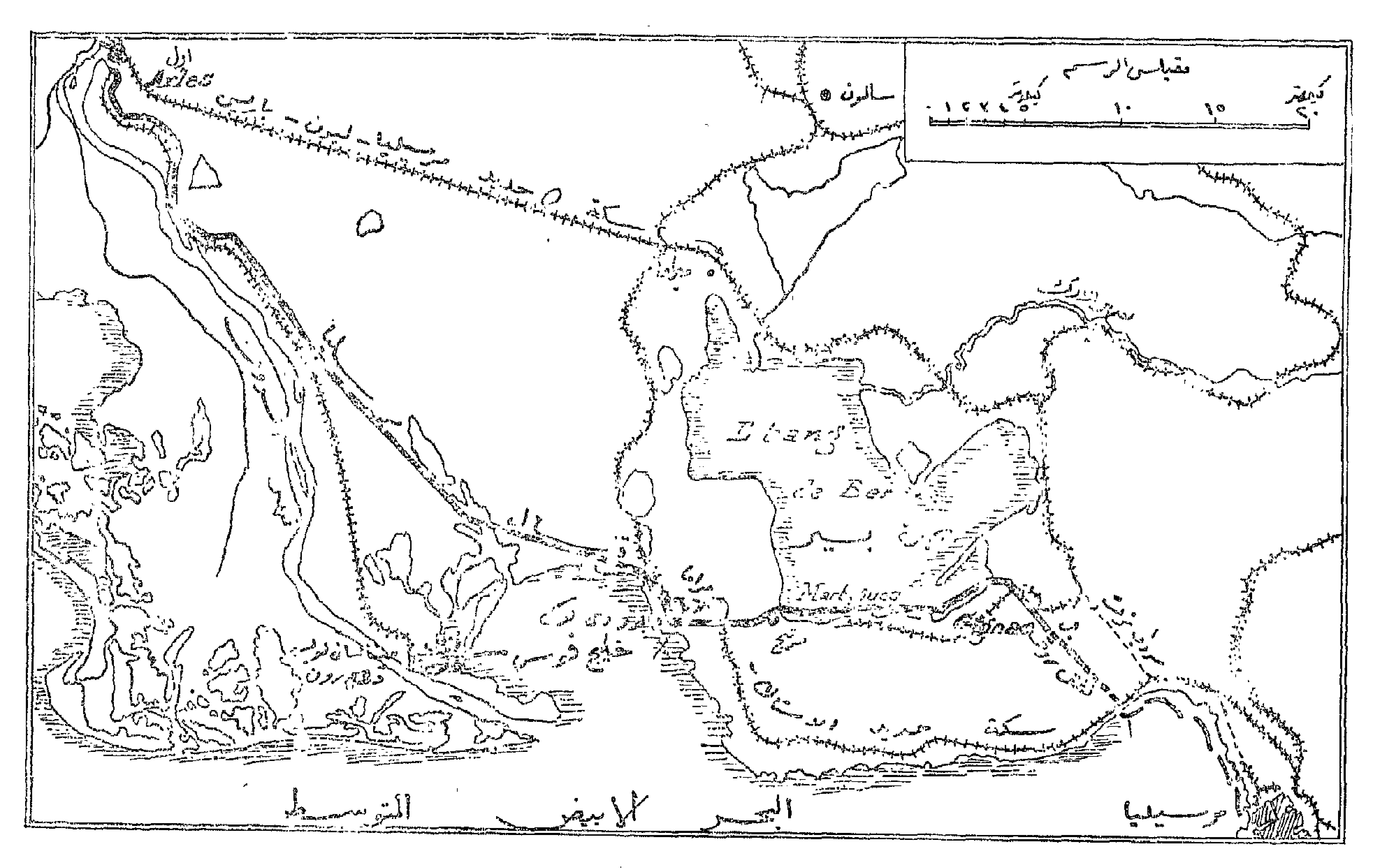
« القيت بجمعية المهندسين الملكية المصريه »

فى ٢ يناير سنة ١٩٢٥

الجمعية ليست مسؤلة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود (شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

(شكل ١)



ارل
Arles
سكة حديد مرسيليا - ليون - باريس
سالون
مقياس الرسم
كيلومتر
٠ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ كيلو متر ١٠ ١٥ ٢٠
Etang
de Ber
بير
Martigues
خليج فوس
البحر الابيض المتوسط
مرسيليا

ترعة مرسيليا والرون

حركة الملاحة الداخلية فى بلاد فرنسا عظيمة للغاية ولم يقف اهتمام الفرنساويين عند حد الانهر الموجودة والاستفادة منها بل حفروا كثيرا من الترع فكانت عونا لهم عظيما فى ازدياد حركة النقل ولم تكن شبكات السكك الحديدية والطرق الزراعية يوما ما نعا من اقدامها على تلك المشروعات الهامة مع تكاليفها الجسيمة

واحدث هذه المشروعات وهى موضوع حديثنا اليوم ترعة الملاحة الجارى اتمامها لاتصال ميناء مرسيليا بنهر الرون شكل نمرة ١

وصف الترعة

تبدأ هذه الترعة وطولها ٨١ كيلو متر من مرسيليا وتمر بالبحر بمحازات الشاطىء الى ان تصل الى النقطة (١) ومنها تمر فى نفق جارى اتمامه الآن وطوله ٧١٢٠ كيلو متر الى النقطة (ب) ثم تتبع الخط الموضح بالشكل مارة بحيرة بـير *Etang de Berre* ثم تمر بميناء *Martigues* الصغيرة الى ان تصل الى ميناء *Port ee Bouc* ومن هنالك تتبع سيرها الى ان تصل نهر الرون عند بلدة *Arles* ان المسافة الاخيرة من الترعة ما بين *Arles Martigues* موجودة فعلا ومستعملة من زمن بعيد ولكن حجم الترعة هنالك صغير جدا ولذ الزم توسيعه ليسمح بمرور السفن والصنادل المستعملة فى نهر الرون وهذه تصنع فى العادة لحمل ٦٠٠ طونولاتة وطولها ٦٠ متر وعرضها ٨ متر ويلزمها ١٫٧٥ من الماء

ليس هذا كل ما يرمى اليه القائمون بالعمل فان هذه الترعة ستكون عاملا قويا فى زيادة حركة التجارة فى مرسيليا أولا كما انها ستوجد مركزا لم يكن موجودا من قبل عند جميع البلدان الواقعة على بحيرة *Berre* فضلا عن انها تمكن السفن الصغيرة التى تجر عادة في خليج فوس *Golf de Fos* من الوصول الى مرسيليا بغاية السهولة

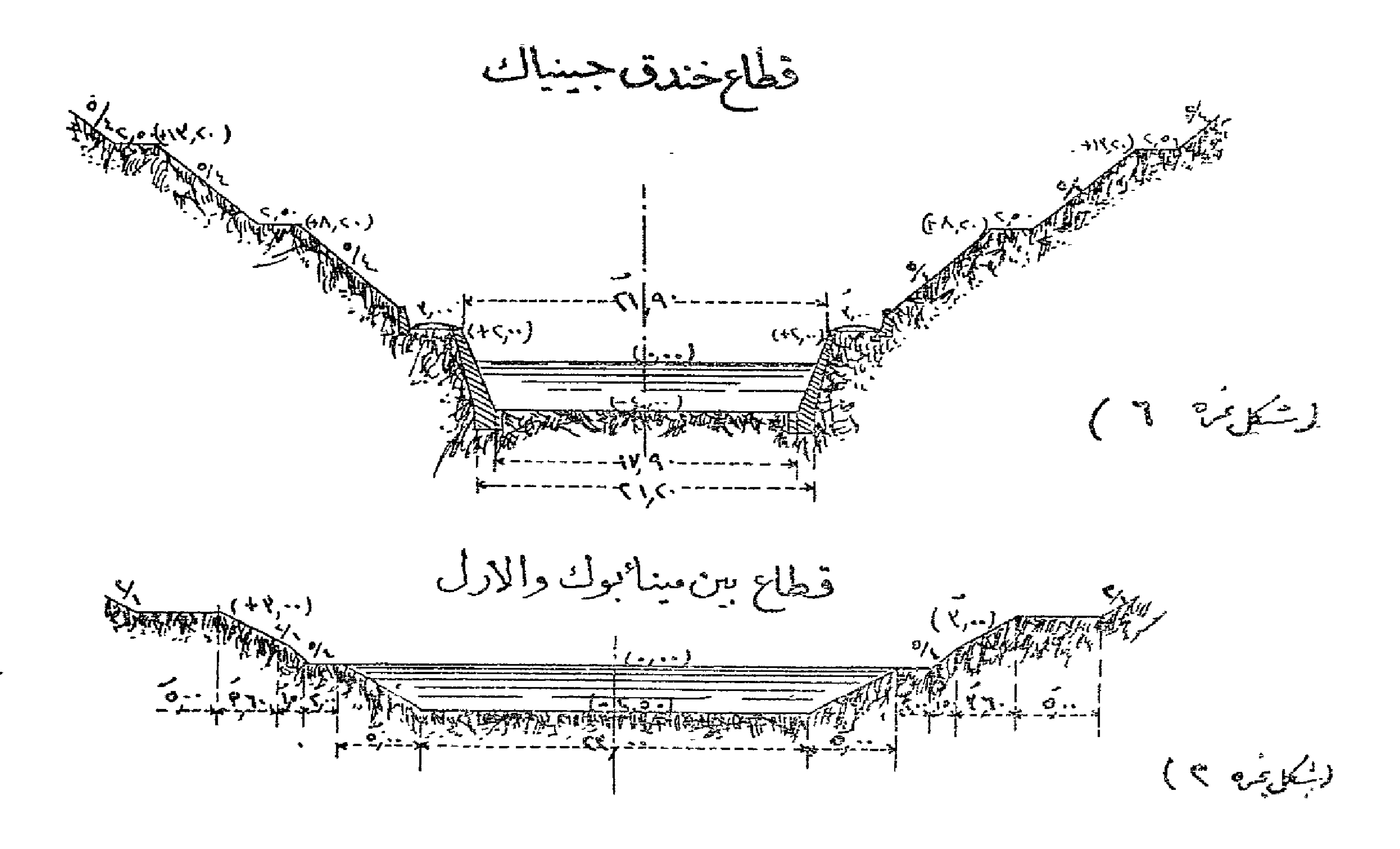
كل هذه عوامل قوية في نمو حركة التجارة والعمل لدرجة عظيمة حتمت على الحكومة وغرفة مرسيليا التجارية اعتمادا ما ينوف عن عن ثلثماية مليون فرنك لهذا المشروع الجارى العمل فيه الان

حجم الترعة واقسامها

ارى من المستحسن أن تقسم الترعة الى ستة اقسام لسهولة الوصف وابدأ بالقسم الاخير وهو من *Arles* على نهر الرون الى ميناء *Port de Bouc* على خليج فوس شكل نمرة ٢ و ٦

قلت ان الترعة موجودة فعلا في هذه المسافة ولعدم اتفاقها بالغرض المطلوب تقرر ان يكون قطاعها كما هو مبين بالشكل نمرة ٢ ومنه يرى ان العمق الموجود ٢٫٥٠ متر ولكن هذا يمكن زيادته الى ثلاثة امتار فى اغلب الاحيان اذا لزم ذلك اذ ان الفرق بين طرفي المسافة فى مناسيب الماء يصل ٧٫١٦ متر فى مدة فيضان الرون و٠٫٦٠ متر فى مدة التحاريق وقد بنى هويس عند *Arles* لهذا السبب وطوله المنتفع به ١٦٠٫ متر وعرضه ١٦٫ متر

بما ان هذه المسافة من الترعة لا تستعمل الا للسفن التى يمكنها المرور بنهر الرون وقد ذكرت حجمها آنفاً فقد كان من الممكن تقليل


قطاع خندق جنياك
(شكل نمرة ٦)
قطاع بين مينابوك والارل
(شكل نمرة ٣)

عمق الترعة الى مترين فقط ولـكن الحكمة تحتم النظر الى المستقبل والاحتياط لزيادة حركة العمل ومن ثم احجام السفن كما انه لابد من دخول بعض السفن المتوسطة الحجم فى مدة فيضان الرون ولذا كان صوابا ما تم تقريره

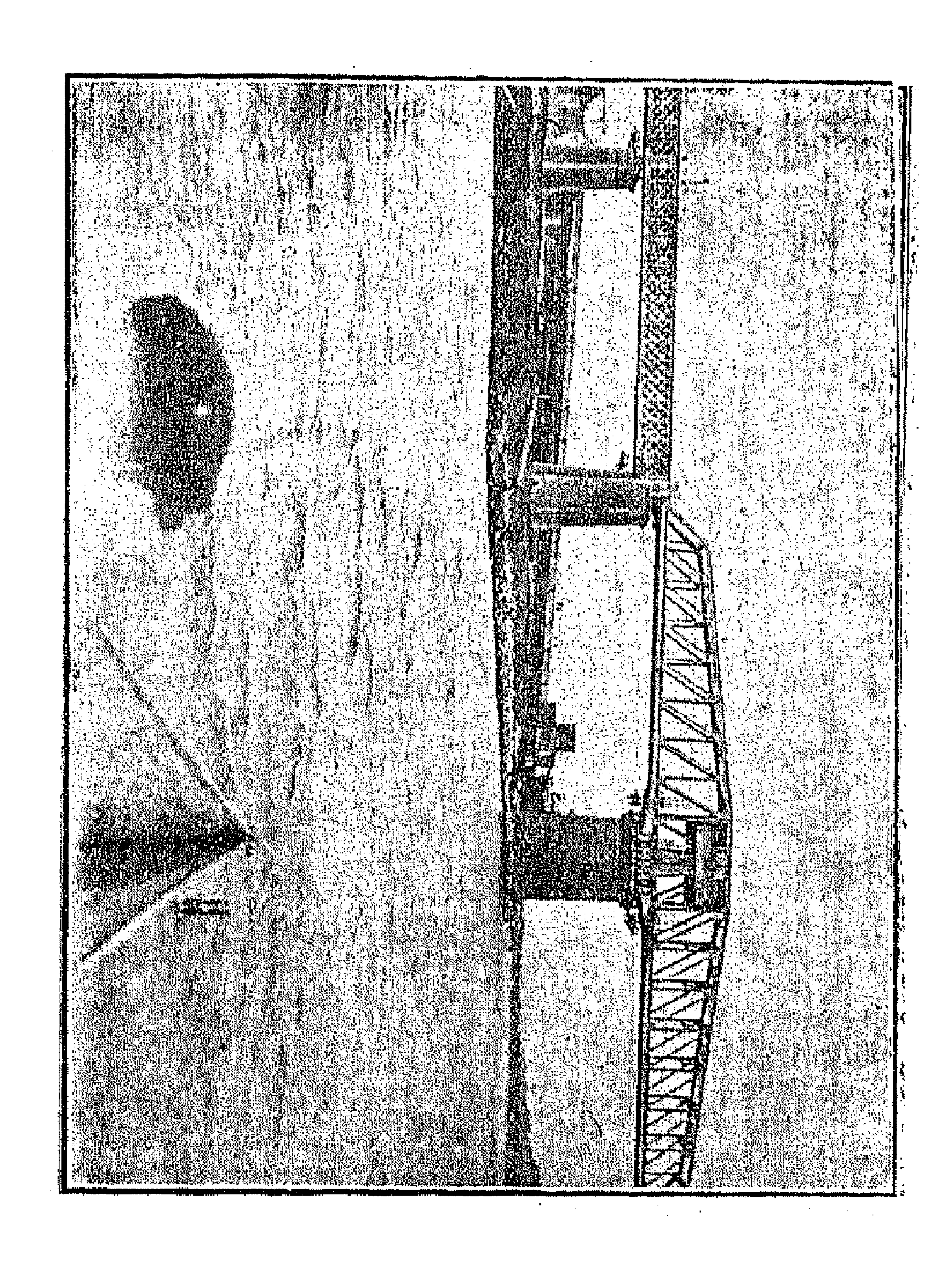
« القسم الخامس »

مصموما بين *Martigues, Port de bouc*

كوبر دى بوك ميناء صغيرة ولكن لا يستهان بها فان كميات الصادرات والواردات السنوية لم تقل عن ٤٢ الف و٤٨ الف طونولاته فى العشرين سنة السابقة لسنة ١٩١٩ . وقد رؤى من زمن مضى ان حركة التجارة فى ازدياد وكان مشروع الترعة التي نحن بصددها جار درسة ولذا طلبت الغرفة التجارية من شركة السكة الحديد المختصة باتخاذ التدابير اللازمة لايجاد كوبرى متحرك يفى بالغرض لما ارادت الشركه عبورهذه المنطقة بخط من خطوطها

عمل الجسر وجعلت فتحة الممر ر٤٠ وعمقه ر٩ متر فلما تمت دراسة مشروع الترعه وجد ان هذه المقاديرتفى بالحاجة وتقرر ان تكون الترعة بعرض و١٢٠ متر وعمق و١٠ متر (شكل ٣) وهذا الحجم يفى للسفن التى عرضها و١٩ متر والتى تتطلب و٩ متر من الماء

ان النظرية العملية لتقرير حجم ترع الملاحة هى ان يكون المسطح المائى بالترعة خمسة اضعاف قطاع السفينة المغمور وهى مشحونه . وقد



اتبعت هذه النظرية فى تصميم القطاعات المختلفة للترعة

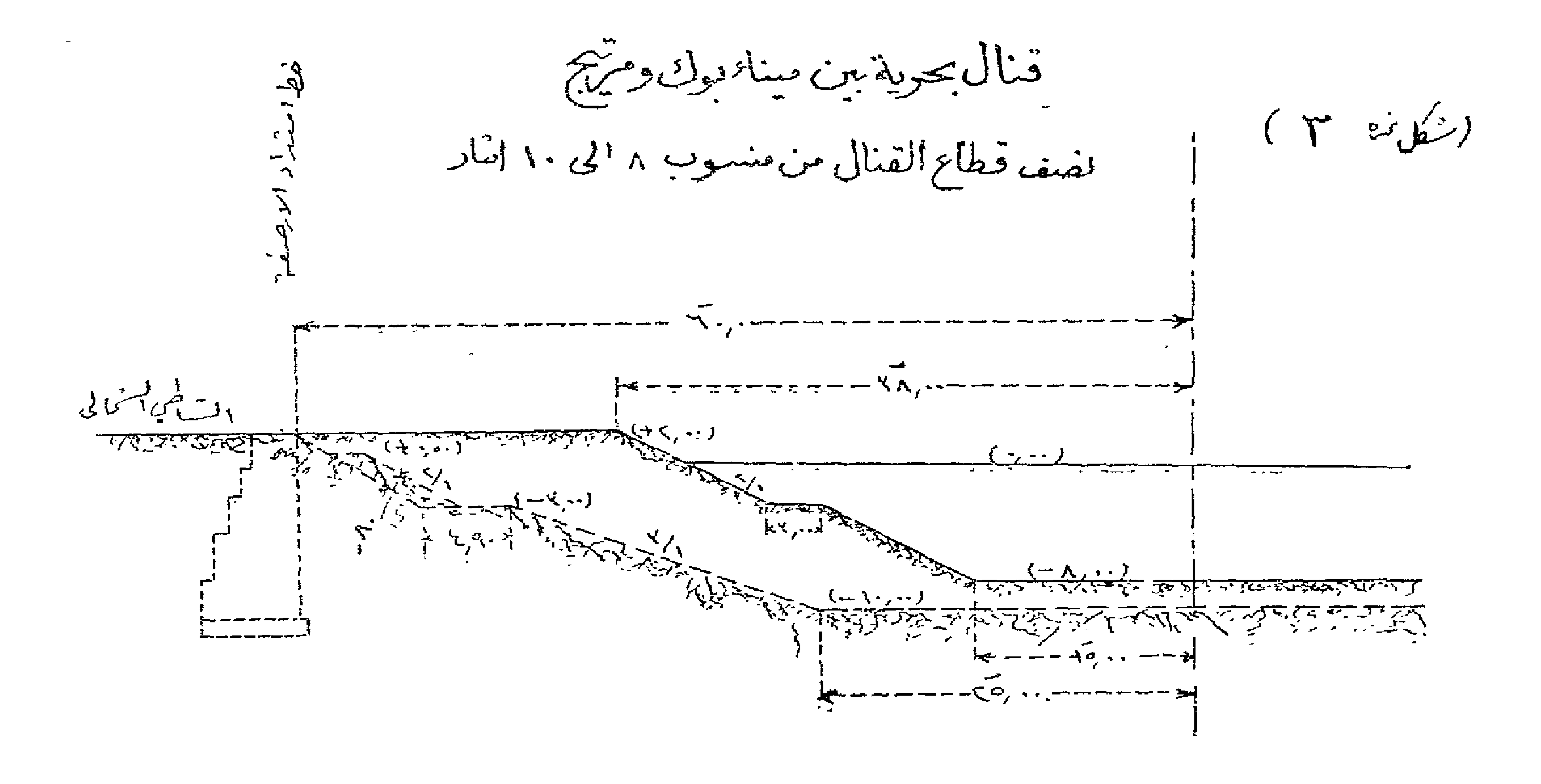
يرمى المشروع الى ايجاد ارصفة بميناءى «كوبردى بوك» و«مارتيج»

ولكن الارصفة فى الثانية قليلة جدا بالنسبة للاولى

(شكل نمرة ٣)

قنال بحرية بين ميناء بوك ومريج

نصف قطاع القنال من منسوب ٨ الى ١٠ امتار



(تابع شكل نمرة ٣)

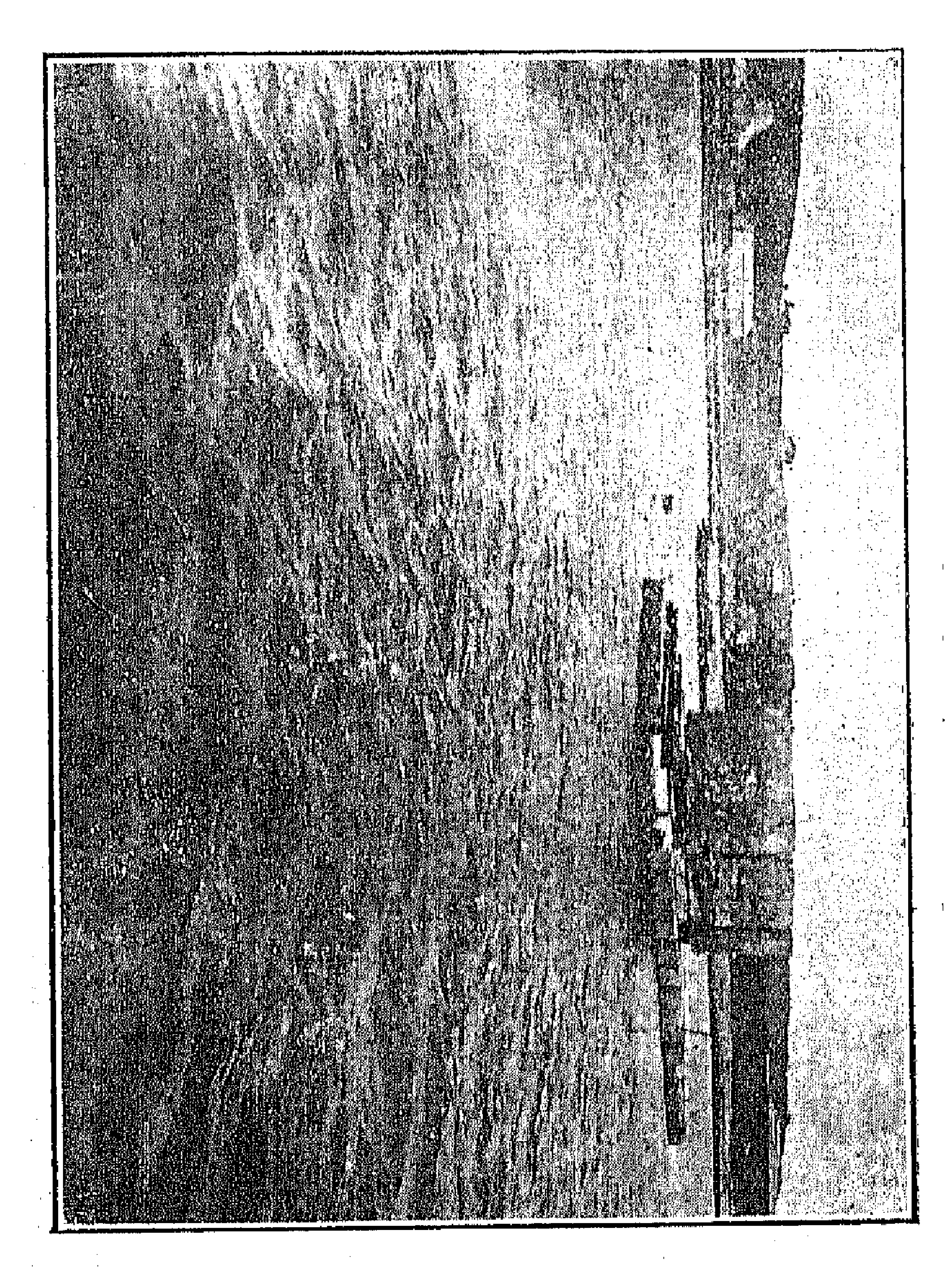
قنال بحرية بين ميناء بوك وتريج

نصف قطاع القنال من منسوب ٨ الى ١٠ امتار

عن يمين الرصيف في الضفة الشماليه

أعمال « بور دى بوك »

جارى العمل الان فى المينتين اما ارصفة بوردى بوك فجارى بناها بواسطة كتل مصنوعة من خراسانة وزنة الواجدة ٦٠ طونولاته أو اقل حسب موقعها من الحائط لان الكتل مصنوعة بحيث يطابق طولها عرض الحائط (شكل نمرة ٤) وهذه هى الطريقة المتبعة غالبا



فى البناء بالكتل كما سبق ان ذكرت فى الموانى ومبانيها »

تصنع هذه الكتل فى مكان مخصوص مجاور لمحل العمل وهى مكونه من جير هدروليكى بدلا من الاسمنت ورمل ودكشوم بمقادير ٥٣٠ كيلو جرام من الجير للمتر المكعب وتترك لمدة سبعة اسابيع حتى تجف ثم تنقل على عربات مخصوصه الى الشاطىء حيث ترفع بالآت عوامه وتوضع فى موقعها المعد لها

وحتى يسهل رفع هذه الكتل تركت قناتان حول كل كتلة فى ثلاثة جوانب فتمر سلسلة فى كل من القناتتان ترفع بواسطتهما الكتلة ثم تسحب السلاسل عند ما توضع الكتلة نهائيا فى الوضعها

هناك اعمال أخرى ولكنها مشروعة للمستقبل وهى حياض للعمرة وارصفة اضافية ولا أرى داعيا للتكلم عنها الآن مادامت فى علم الغيب

وقبل ان نترك هذه الميناء بحسن التنوية بأن المسافة الواقعة بين مينتى «بوردى بوك» «ومارتيج» عبارة عن بحيرة ضيقة وفى هذه البحيرة ستحفر الترعة السابق التنوية عنها ثم تترك بعض مساحات بصفة حياض مائيه للمستقبل ويصير ردم المساحات الباقية لاستعمالها للتخزين وخلافه فهذا ما هو حاصل الآن . ويأملون ان تكون هذه الميناء مطابقة لميناء مرسيليا نفسها سواء فى مساحة الارصفة والمخازن او فى المساحة المائيه ولو ان ذلك بعيد جدا ولكن من يدرى فلربما تحقق الايام ما نسميه الان احلاما

أعمال ميناء « مارتيج »

تنحصر هذه الاعمال فى بناء رصيفين متقابلين بصفة هوباس تقريبا فى مسافة و٣٥٠٠ متر وعمل كوبرى متحرك على فتحه و٤٠ متر

سبق ان ذكرت ان الفرنساوين مغرمون كثيرا بالعمل بمساعدة الهواء المضغوط فى قيسونات ولذا دهشت حينما رأيت ان العمل هنا جارى على المفتوح فى

خزانات مؤقتة مكونة من كمرات صلب ولكن حالة الخزانات رديئة جداً تنبيء بعدم تعود القوم على مثل هذه الاشغال اذ يرى الانسان كثيرا من الكمرات معوجة وليست معشقة فى بعضها مما سبب ضياع الفائدة المرجوه منها حيث كانت مياه الرشح تتدفق بكثرة داخل الخزانات

ولما كانت هذه الاعمال فى منطقة ضيقة ومحاطة بالمساكن خشى المهندسون الاستمرار فى العمل داخل الخزانات خوفا على المساكن — ولا اراني موافق لهم — وفكروا فى الرجوع الى العمل فى القيسونات بواسطة الهواء المضغوط

بعد معاينة طرق الاعمال المختلفة التى رأيتها فى انجلترا وفرنسا اعتقد تماما بتفوق مصاريف العمل بالهواء المضغوط عن غيره من طرق الاعمال ولكن لم اتمكن من معرفة الفرق بالضبط لعدم وجود المقياسات اللازمة ولكن قد خولت لى هذه الفرصة ان اجد ما اتطلبه

قدرت المقايسة الاصلية لبناء الرصيفين المتقابلين السابق الكلام عنهما وتظهير المسافة المنحصرة بينهما بمبلغ ١٢ مليون فرنك ولما عول

المقاول على الرجوع الى العمل بواسطة الهواء المضغوط عملت المقاييس اللازمة فقدرت التكاليف لنفس العمل بعشرين مليون فرنك اى بزياده سبعين فى المائة تقريبا فهى زياده فاحشة

نرجع الى الارصفة فنقول انها تبنى بخرسانة جيرية كالتى نوهنا عنها من قبل

القسمان الرابع والاول

لقد اخترت ان احدثكم عن القسمين فى آن واحد لتشابههم. فالقسم الرابع واقع فى جنوب بحيره « بير » والاول على شاطىء البحر الابيض المتوسط ما بين مرسيليا والنقطة (١) والاعمال اللازمة أو الجارى تنفيذها فعلا تحوى اعمال صيانة ضد العواصف مع التطهير فى بعض المواقع ولكن ذلك قليل

اما اعمال الصيانة فجسور من دبش يلقى جزافا فى الماء وتعمل لها بنكيت مبنى بالمونه على ارتفاع ٠٫٨٠ متر فوق سطح الماء وذلك لتسهيل سحب الصنادل وقت اللزوم اما بواسطة الجياد او بالايدى

ولما كان القسم الاول فى منطقة تكثر فيها السفن التى تمخر البحر بين الموانى العديده الواقعة على شاطىء البحر الابيض المتوسط فى تلك المنطقة استصوب اتخاذ عده فتحات على طول الجسر كما هو واضح فى الخريطة وذلك لسهولة خروج او دخول السفن فى المواقع التى تقرب من خط سيرها

« القسم الثالث »

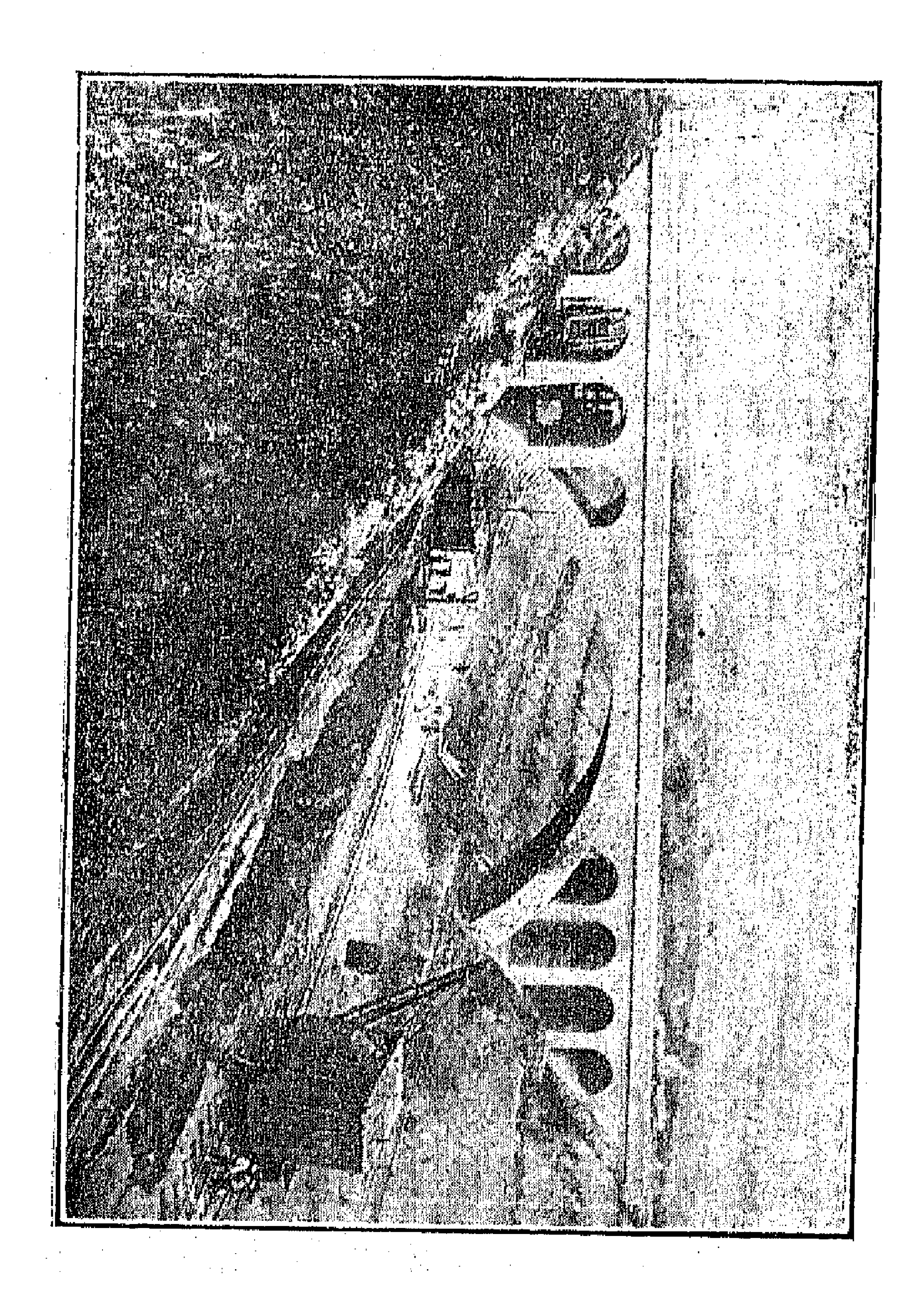
(من النقطه (ب) الى بحيرة بير)

لم تكن رغبتى فى الكلام عن هذا القسم على حدته الاهمية ولكنى اردت أن أخص النفق بقسم منفرد أجد فيه مجالا للتوسع

حدده هذا القسم الثالث من بلده جانياك *Gignac* عند النقطة(ب) الى بحيره بير شمالا عند النقطة (ص) وهذه المسافة هى امتداد للنفق المرموز له بالاحرف (ا ب) ولما كانت مناسيب الارض على المسافة (ب ص) منحطة كثيرا عن مناسيب المسافة (ا ب) استصوب عدم السير بالنفق فى المسافة الاولى فانتهى عند (ب) ومن ثم صار حفر خندق حسب القطاع المبين بالشكل نمرة ٦

لم يتم ذلك الخندق للان والحفر جار بواسطة آلة بخاربة ذات ذراع فى نهايته جردل حجمه اثنين من الامتار المكعبة . وقد قدر لهذه الآلة ١٤٠٠ متر مكعب يوميا فى عشرة ساعات شغل ولكن هذه هى النهاية العظمى للحفر فى ارض معتادة ومع سهولة النقل وكلا الشرطان غير متيسر فى هذه العملية

اما الصخور التى تصادف العمال فى شغلهم فتكسر اما بواسطة اللغم وقد استعمل كثيرا او بواسطة الهواء المضغوط ويلزم لكل آلة من هذه الآلات فى شغلها ضغط ٤ أو ٥ كيلو جرام للسنتيمتر المربع على اقل تقدير وقد قدر انها تستهلك فى الساعة الوحداة على اقل تقدير مع احتساب الفاقد فى المواسير من ٨٠ الى ١٠٠ متر مكعب من الهواء



بضغط معادل للضغط الجوى

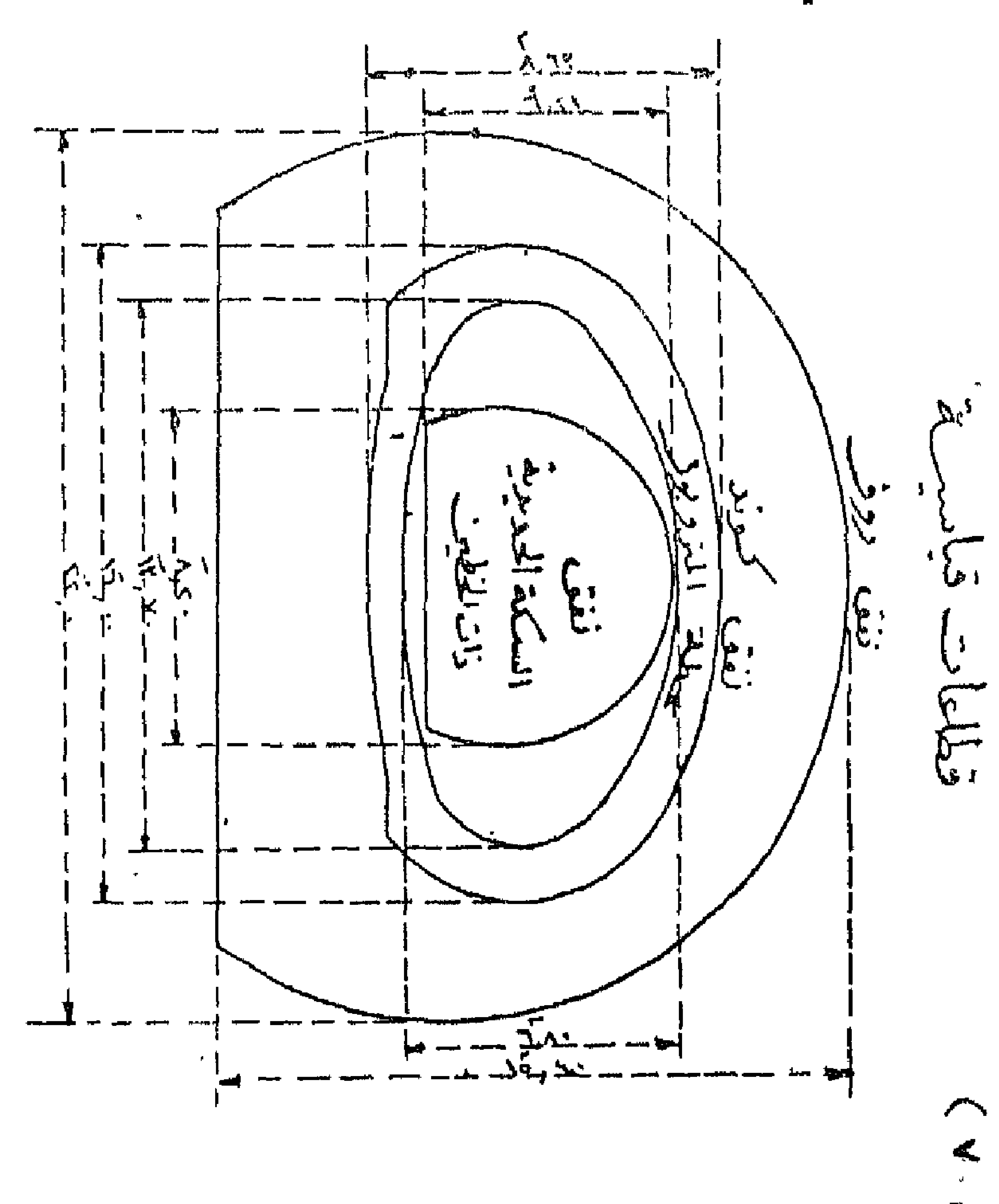
وينقل ناتج الحفر بعربات السكة الحديد الى حيث يستفاد به فى ردم بعض البقاع المنحطة على ساحل البحيرة

« القسم الثـانى »

نفق الروق

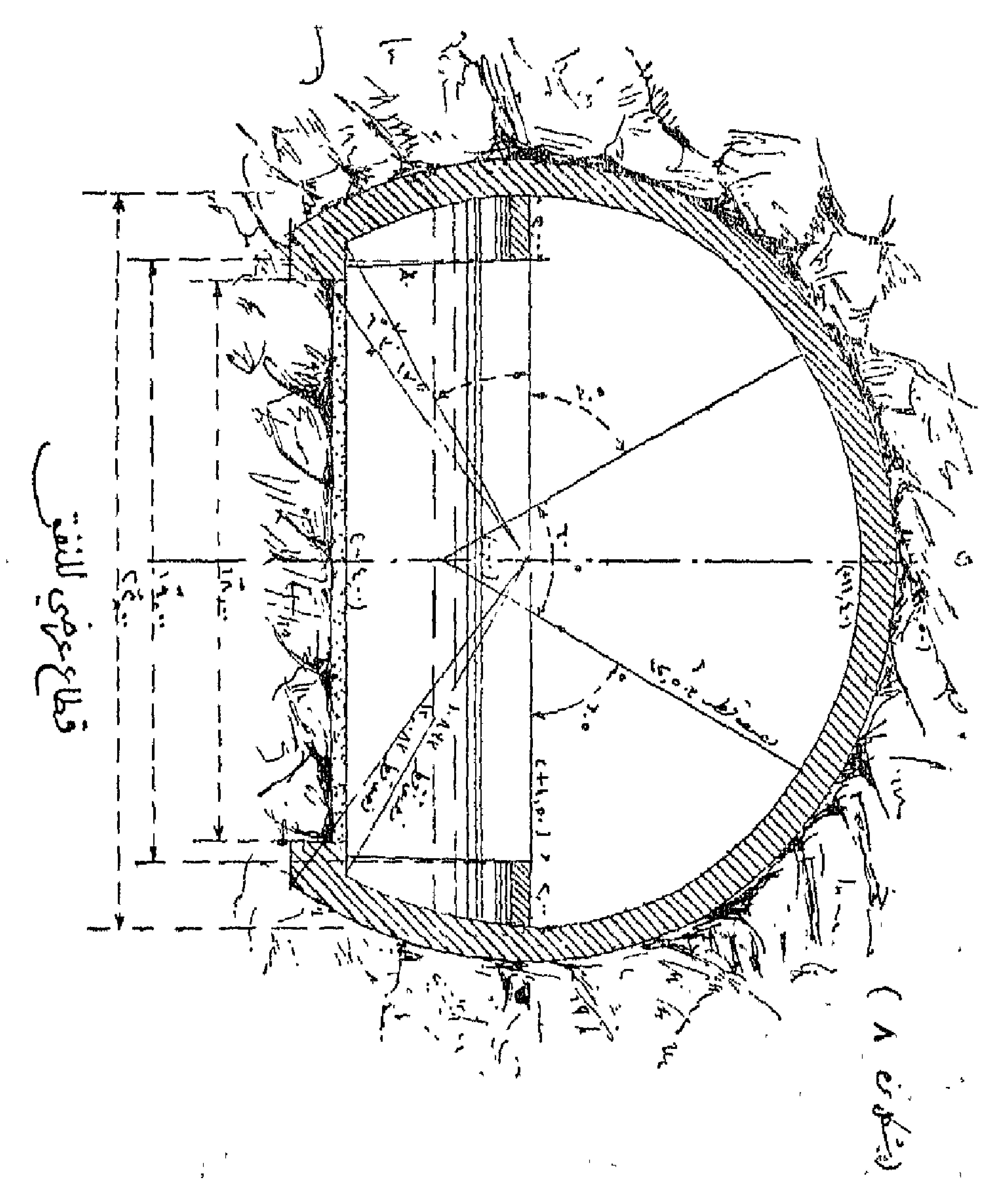
وصوف عمى

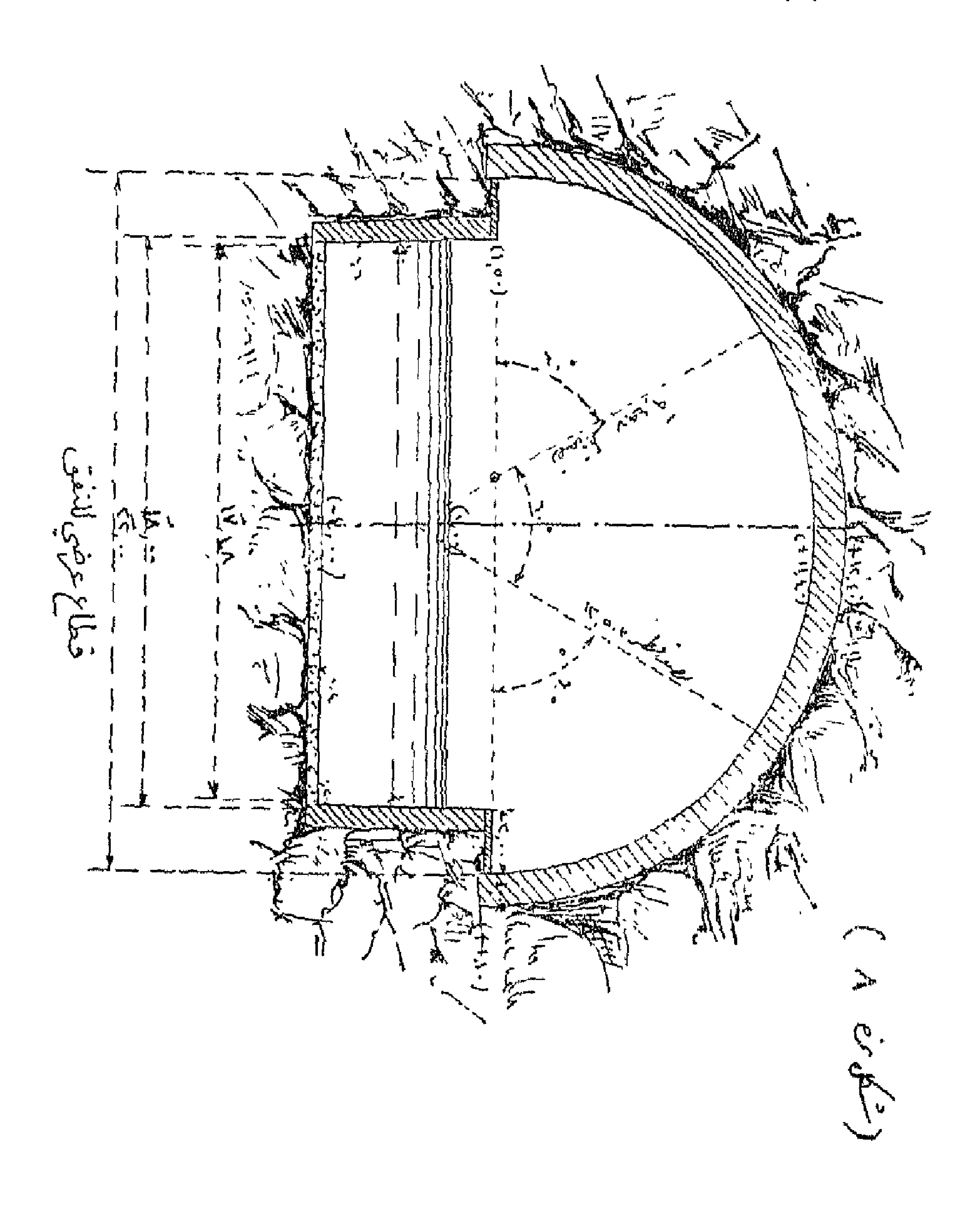
يقع النفق وطوله ١٢٠ ر٧ كيلو متر فى منطقة لا بأس بطبقاتها من حيث المتانة والتكوين الا في نقطتين وجد المقاول فيهما متاعب لحصول هبوط فيهما اثناء العمل بسبب رداءة الطبقات



(ش ٧)

اما حجم النفق فاكبر بكثير من امثاله فى فرنسا وعلى ما اظن فى أوروبا على العموم والشكل نمرة ٧ يقارن بين هذا النفق وامثاله فى فرنسا . وقد قدرت كميات الاتربة من حفرة بما ينوف عن اثنين مليون ونصف من الامتار المكعبة اى ما ينوف عن ٣٥٠٫٠ متر مكعب للمتر الطولى





اما شكل النفق فواحد من الاثنين المبينين بالشكل نمرة ٨ اذ يتبع ذلك طبيعة الارض من حيث رداءتها وهذا القطاع كاف لمرور سفينتين او صنديلين كبيرين متجاورين حمولة ١٥٠٠ طونولاته الواحد وبحجم ٨٠ متر فى الطول و٨ فى العرض وسيصير تكسية القاع

بفرش من الخرسانه فى بعض المواقع الرديئة كما هو مبين فى القطاع بسمك يختلف من ٤٠ ر متر الى ١٫٧٠ متر

اما سمك العقد فقد قدر له فى التصميم ما بين ٧٠ ر متر و ١٫٢٥ متر ولكنه وصل فى الواقع من ٦٠ ر متر الى ١٫٩٥ متر فى القطاع الواحد وذلك مطابق طبعا لحالة الحفر التى لا يمكن ان تتناسب فى مثل هذه الاعمال العظيمة والتى تخلل طبقات الارض فيها كثير من الصخور المختلفة الحجم والتكوين

كان المشروع يرمى الى ايجاد عمق ٣ر متر من الماء فى النفق ولكن ذلك تغير فى سنة ١٩١٩ بعد ان تقرر توسيع ميناء «بوردى بوك» السابق الكلام عنها كما انه رؤى انه يصعب فى المستقبل تعميق القاع فى النفق بل لربما يستحيل ذلك ولذا تقرر ان يكون العمق أربعة امتار وذلك للسماح للصنادل التى تتطلب ثلاثة امتار او اكثر بالمرور بسهولة

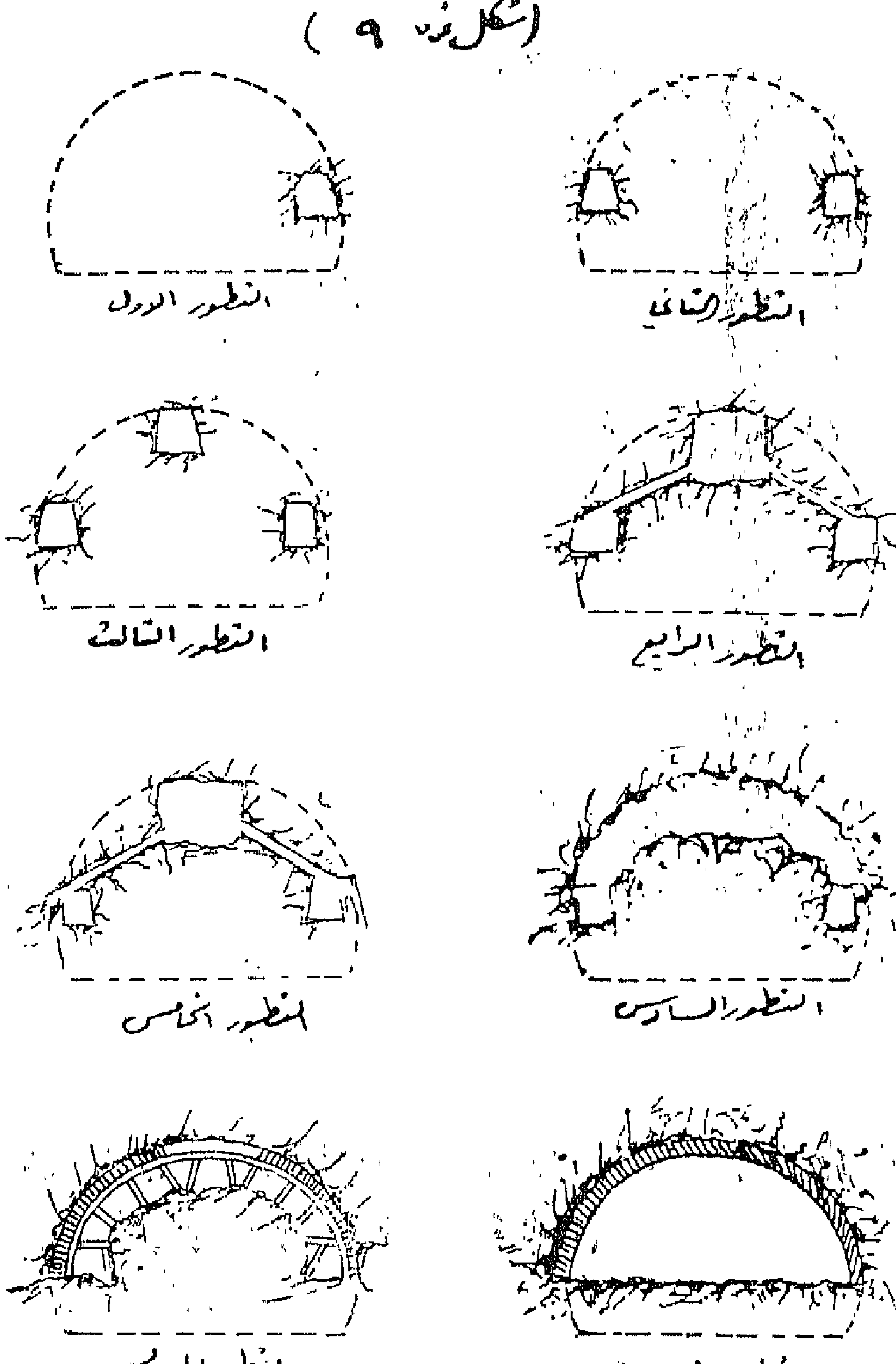
ارجو ان الفت نظر حضراتكم الى ان السفن تتطلب اثناء مرورها بترع الملاحة العادية عمقا اكبر مما تتطلبه اثناء سيرها فى البحار وقد أوجدت ذلك التجارب واحصها التى عملت على قناة السويس فى سنة ١٩٠٥ اذا ظهرت ان هذه الزيادة تختلف كثيرا حسب شكل السفن وقد قدرت من ٢١ رمتر الى ١٫٠٧ متر للسفن التى طولها ١٤٠ متر وهى سائره بسرعة ١٤ كيلو متر فى الساعة

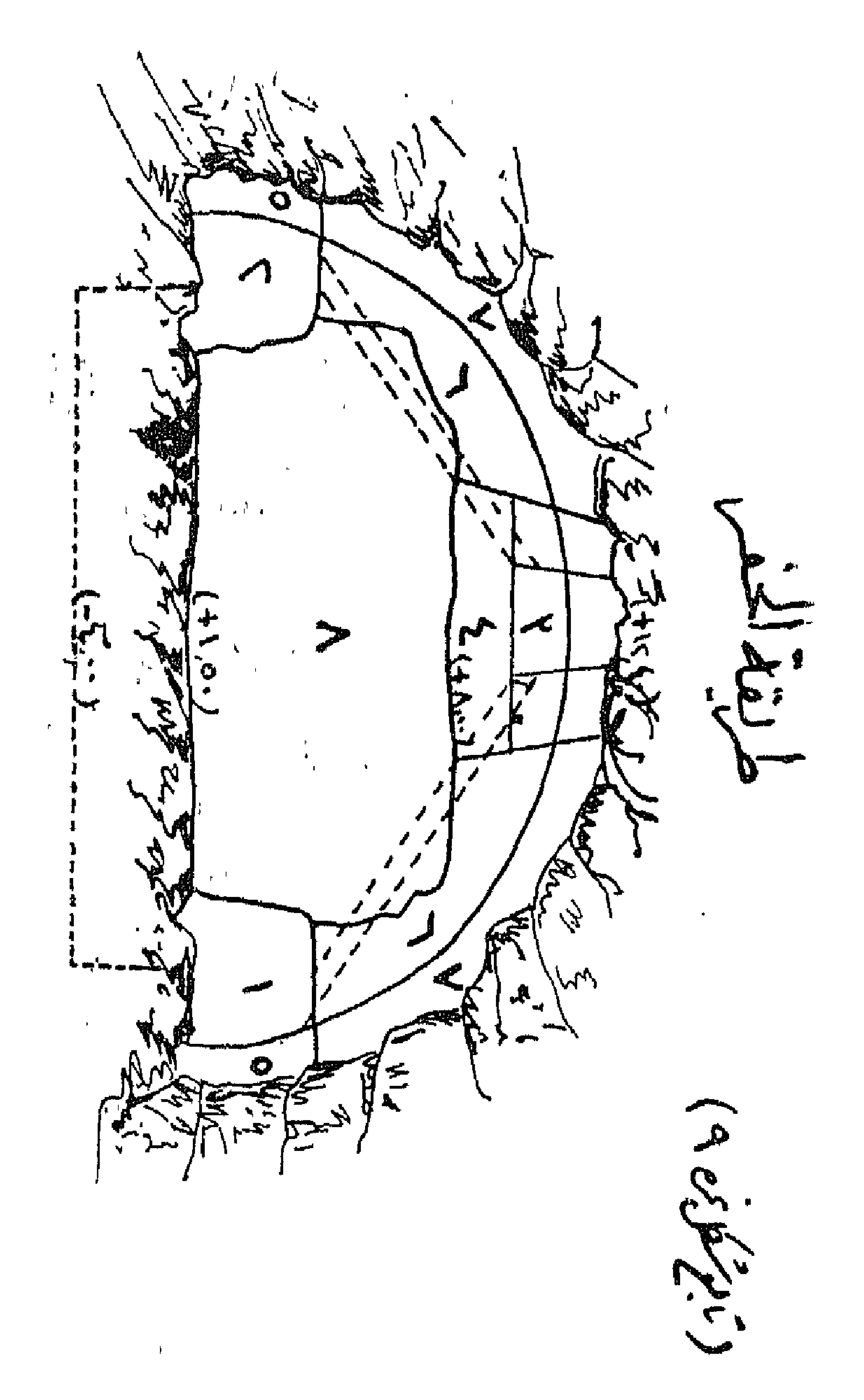
طريقة العمل

لم يحفر قطاع النفق كله مرة واحدة لان ذلك لا يتيسر حتى

التطورات المتعاقبة في حفر النفق

(أشكال رقم ٩)

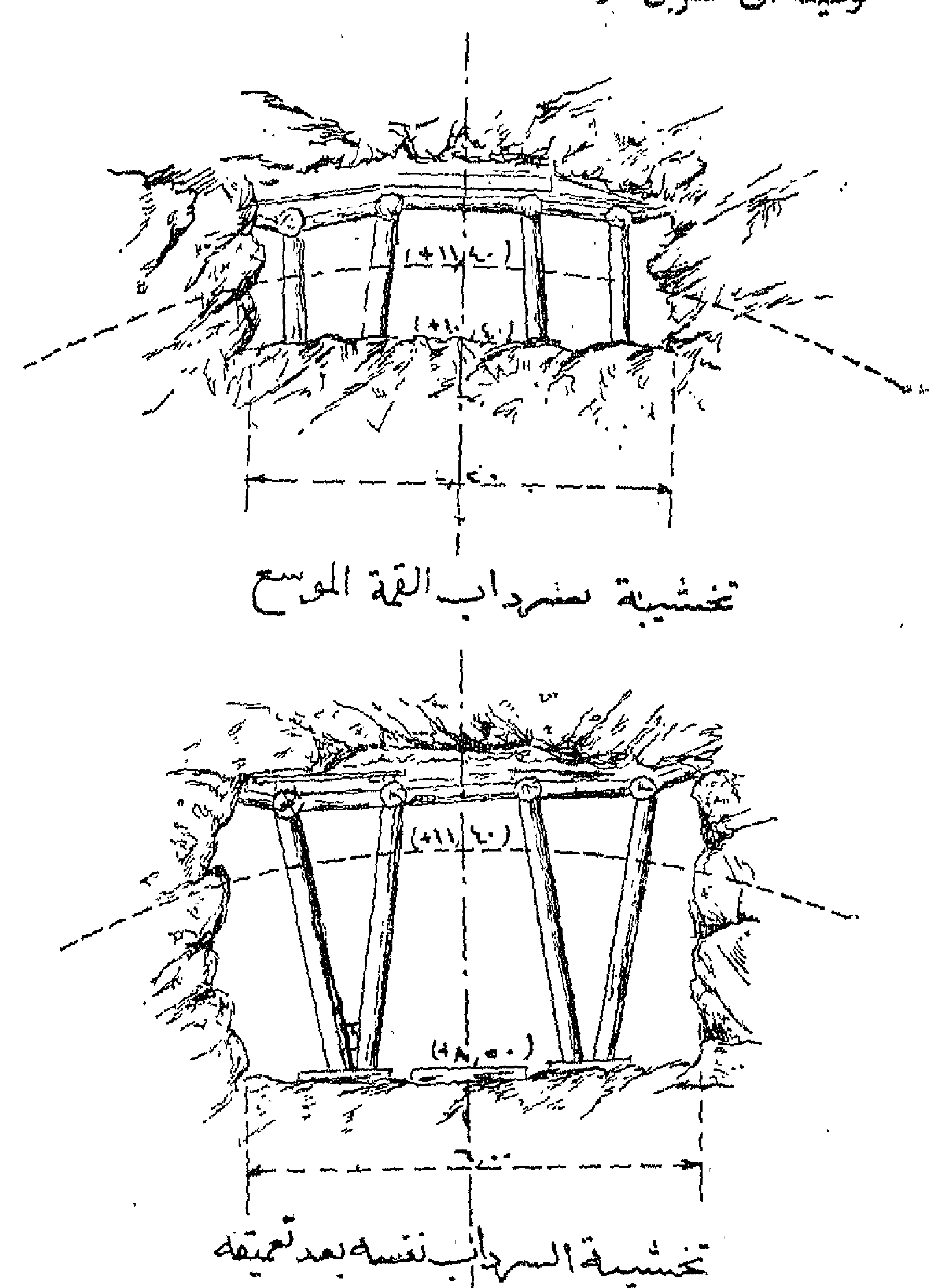




فى المناطق الصخرية التامة الصلابة واظن إن الثمانية أدوار المبينة في الشكل نمرة ٩ توضح تماما كيفية العمل

ثم في الدورين الاول والثانى حفر سردا بين قاعهما على منسوب ١٫٥٠ ومسطح الواحد عشرة امتار . وفى الدورين الثالث والرابع

صار حفر سرداب عند قمة العقد ذى مسطح خمسة امتار ثم صار توسيعه الى عشرين متر



بعد اتمام ذلك صار وصل السرداب العلوى بكل من السردابين السفليين بسرداب منحدر كل ١٨ متر طولى وذلك لسهولة ازالة ناتج الحفر من السرداب العلوى . هذه فكرة جميلة جدا تسهل كثيرا العمل اذ تلقى المواد فى السرداب فتصب فى عربات السكة الحديد الموجودة فى كل من السردابين السفليين اللذين كان اتصالهما كل ٢٠٠ متر طولى

هذا ولم يخل السرداب العلوى من خطوط السكة الحديد ولكنها لم تكن الا لنقل المواد والادوات للعمال

وقد صار البدء فى بناء خصرى العقد فى الدور الخامس ولم يحتاج الامر الى فورمات لان ارتفاع البناء كان قليلا اذ لم يزد عن ٢٫٥٠ متر

اما فى الدور السادس فقد حفر فيه الجزء الدائرى ثم صار تركيب الفورمات التى تبنى فوقها العقد حسب ما هو ظاهر فى الدور السابع وبعد ان تم بناء مفتاح العقد ازيلت الفورمات كما أزيل ما تبقى من الحفر فصار العقد تاما كما هو ظاهر فى الدور الثامن .

ومنسوب الخصرين ١٫٥٠ متر

لم يخل العمل فى ادواره السابقة الذكر من عمل التصليبات الخشبية اللازمة لمنع السقوط أو التهايل حتى تم بناء العقد حيث صار ازالتها تدريجيا

هذا فيما يختص بالعقد اما الترعة وتقع تحت المنسوب ١٫٥٠ متر المذكور سالفا فلم يبدأ بها الا فى سنة ١٩٢٠ من الجهة القبلية وفى سنة ١٩٢٢ من جهة البحرية للنفق أى بعد ان انتهى العمل فى العقد

وقد نظم العمل فيها على ادوار ايضا حيث تحفر أطوال قصيرة فى الجانبين لبناء الحيطان تحت خصرى العقد وبعد اتمام ذلك يصير ازالة الجزء المتبقى بالوسط

ولصلابة الارض فى الجهة القبلية استعمل القطاع الخفيف المبين فى اعلى الشكل (٨) اما القطاع الضخم فاستعمل فى البقاع الرديئة . وما البغال الموضحة فيه الا لحمل الطريق المراد ايجاده على الجانبين لمرور الانفار او الدواب التى تسحب الصنادل

أدوات العمل

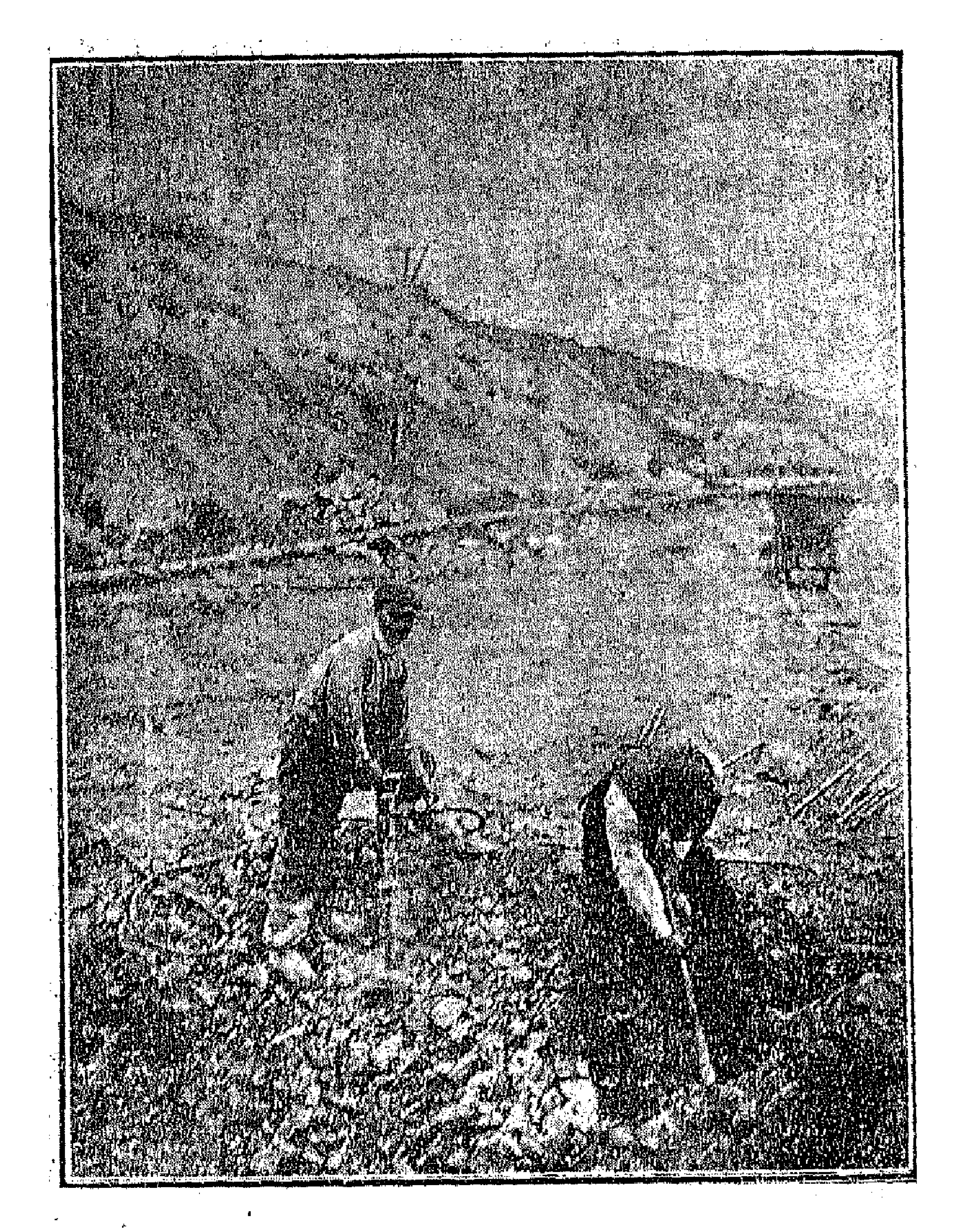
سبق ان ذكرت شيئا عن آلات يدوية تشتغل بالهواء المضغوط لتكسير الصخر وقد استعملت هذه فى عملية حفر النفق واختلفت اقطارها من ٢٥ ملليمتر الى ٣٢ وتراوح عددها يوميا ما بين ١٢٠ و١٣٠

كان لهذه الآلات مفعول حسن جدا اذ كانت تحفر الواحدة فى ٢٤ ساعه تقويا طولها فى المجموع من ١٠ الى ١٥ متر . وقد حصرت القوى التى صرفت لها فى أدوار الحفر المختلفة كالآتى

٥٨ كيلو وات فى الساعة لحفر السراديب الثلاثة (الدور الرابع شكل ٩)

١٨ كيلو وات فى الساعة لحفر الدائر كما هو واضح فى الدور السادس شكل ٩)

١٧ كيلو وات فى الساعة لحفر ما تبقى بالوسط (الدور السابع شكل ٩)



استعمل بخلاف ذلك الديناميت متى وجد الصخر بكثرة وقد اختلفت كمياته للمتر المكعب من الحفر من ١ر٦ كيلو جرام فى الثلاثة اسراديب العليا والسفلى الى ثلث كيلو جرام فى عملية ازالة الكتله لوسطى التى تبقت نالدور السابع شكل ٩ أما معيار اللغم الواحد فاختلف ما بين نصف كيلوجرام الى ٢ر٠ من الكيلو فى الحالتين المنوه عنهما

لما كان يصعب ادخال قاطرات بخارية للعمل داخل النفق وقت انشائه استعملت قاسرات صغيرة تشتغل بالهواء المضغوط فكانت هذه تجر العربات الى خارج النفق ومن هنا لك تسحبها القطارات البخارية الى حيث يلقى ناتج الحفر عدد القطارات التى تشتغل بالهواء المضغوط سبعة ولو ان الهواء جهز لها بضغط ١٠٠ كيلو جرام للسنتيمتر المربع الا انها تتطلب فى عملها اكثر من ٧٠ الى ٨٠ كيلو جرام ويختلف وزن القاطرة الواحدة من ١٢ الى ٢٤ طونولاته ويمكنها سحب ٢٥ عربة على الاقل من العربات الصغيرة . هذا وقد قدرت القوى المنصرفة لسحب متر مكعب من الردم لمسافة كيلو متر واحد بخمسين كيلو وات فى الساعة

اما القاطرات البخاريه فعددها ستةووزن الواحدة من ٢٠ الى ٢٥ طونولاته ويمكنها سحب ٥٠ الى ٧٠ عربه والعربات المستعملة لنقل الاتربه والمواد من النوع القلاب وعددها ٥٠٠ وتسع الواحدة ٢ر٥٠ متر مكعب

هذا وهنالك محطتان لتوليد الهواء المضغوط واحده فى الجهة القبلية والاخرى فى الجهة البحريه للنفق . ويجهز الهواء على نوعين أحدهما على ضغط ١٠ كيلو جرام للسنتى المربع لتشغيل آلات الكسر اليدويه والاخر على ضغط ١٠٠ كيلو جرام للسنتي المربع وهو لادارة حركة القاطرت

سرع العمل واوقاته

قدرت سرعة السير فى العمل فى ادوارها المختلفه كما هو مبين بعد

٥٠٠ر٥ متر طولى فى الثلاثة سراديب السفلى والعليا فى كل ٢٤ ساعه ٤٧٠ متر مكعب استخرجت كل ٢٤ ساعه فى الدور السادس شكل ٩ وكانت فى متوسطها السنوى المعتاد نحو ٠٠٠ر١٤٤٠٠ مترمكعب ٥٢٠ر٠ متر مكعب استخرجت كل ٢٤ ساعه من الكتلة التى تبقت فى الدور السابع شكل ٩

وقد قدر مجموع ما استخرج من الحفر فى كل ٢٤ ساعه من النفق فى مجموعة ١٢٠٠ الى ١٣٠٠ متر مكعب

هذا وقد قسمت الانفار فى شغلها الى ثلاثة فرق تشتغل كل فرقه ثمان ساعات ولم ينقطع العمل الا فى ايام الآحاد فقط وكان البدء فى حفر ذلك النفق فى يوم ٧ مارس سنة ١٩١١

البناء ومواده

عند بناء العقد رؤى من المستصوب ان يكون ذلك على اطوال قصيرة منفصلة عن بعضها حتى لا يؤثر ذلك على تماسك الطبقات ببعضها وحتى يكون كل قسم قائما بذاته لا تاثير له على غيره فجعل طول كل قسم ستة امتار وقد اختير هذا الرقم حتى يمكن تقسيمه الى قسمين او ثلاثة فى الحالات السيئة التى يلزمها عناية خاصه

اما مواد البناء فقد استخرجت معظمها من الصخر الجيد الذى وجد اثناء الحفر وذلك فيما يختص بالحجر طبعا وكانت المونة من الجير الادروليكى والرمل بنسبة ٠٠ر٣٥٠ كيلو جرام من الجير للمتر المكعب

وقد عملت التجارب على هذه المونة ودونت النتيجة الآتية :

المقاومة بالكيلو جرام للسنتى المربع

نتيجة ستة تجارب مختلفة	للشد		للضغط	
	٧ ايام	٢٨ يوم	٧ ايام	٢٨ يوم
اكبر مقاومة	٨٫٠٠	٢٤٫٠٠	١٢٤٫٦٠٠	١٧٤٫١٠٠
اقل «	٦٫٥٠٠	١٩٫٠٠	٩٩٫٠٠	١٥١٫٧٠٠
المتوسط	٧٫٦٠٠	٢١٫٨٠٠	١٠٨٫٣٠٠	١٦٥٫٣٠٠

لم تستعمل هذه المونة الا فى بناء الدبش المنحوت بسمك مدماكين فقط اما فوق ذلك فصار تكمله بناء العقد بدبش عادى ومونه احتوت على ٠٫٢٥٠ كيلو جرام من الجير فقط

واقل مده استغرقت فى نهو كل ستة امتار طولية من العقد كانت سبعة اسابيع بما في ذلك الحفر والبناء

« المتاعب التى صودفة فى البناء »

١ المياه

لم تصادف المباحث الجيولوجيه السابق عملها على خط النفق مياها تذكر ولذا قدرت القوى اللازمة لمكافحة ما يصادف من المياه بنحو ٥٠ حصان فقط ولكن ما كاد العمال يصلون بالنفق ٠٫١٣٠ متر من مبدأه القبلى حتى نفحتهم ينبوع صغير بنحو ٠٦ لتر فى الثانية بحالة مستديمة كما انهم صادفوا آخر على بعد ثلاثة كيلو مترات يعطى نفس الكمية من المياه وتحت ضغط ثلاثة كيلو جرامات للسنتى المربع

جربت عدة طرق لتلاشى الضرر وللتغلب على المياه دون محاربتها ولكن لزيادة كميتها اضطر المقاول الى ضغط اسمنت وجيرا ادروليكى فى جميع العيون . استمر هذه العملية نحو ثلاثة شهور واستنفذ فيها نحو ٤٠٠ طونوته من الاسمنت والجير وكان الضغط فى البداية ثلاثة كيلو جرام للسنتى المربع وازدادالى خمسة فى النهاية .
لم تكن هذه الاجرآت وافية بالغرض وازدادت كمية المياه بعد ذلك الى ان وصلت الكمية المنصرفة ٥٨٠ لتر فى الثانية فركبت طلمبات ووضعت المواسير اللازمة لصرف المياه خارج النفق وبذا امكن التغلب على هذه القضية

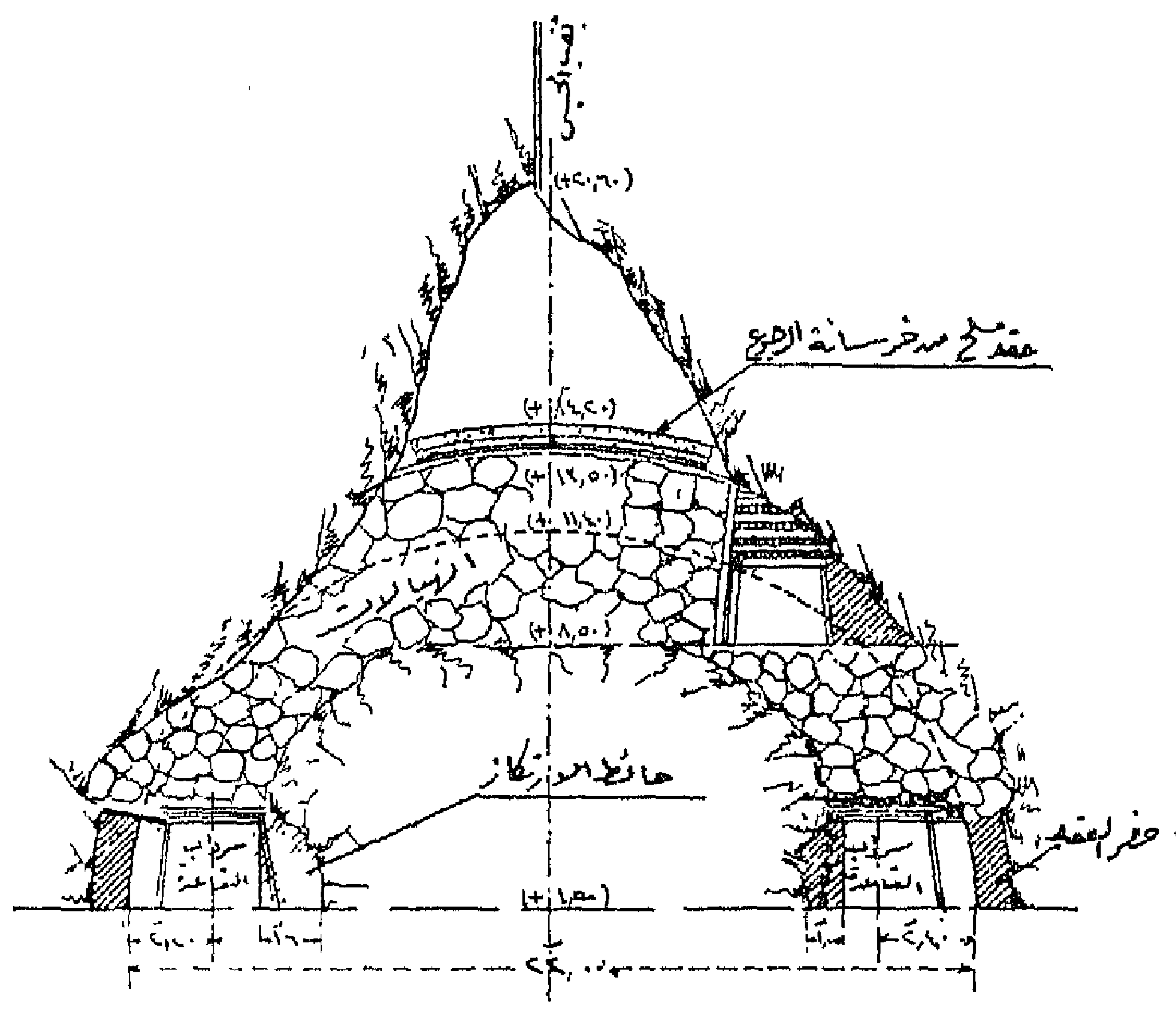
٢ انهيالات

لم تكن المياه العقبة الوحيدة فى العمل بل بينما كانت هذه متاعب الشقة القبلة للنفق كانت بعض الانهيالات متاعب الشقة البحيرية فعند ما وصل العمال الى القسم ١٠٣ (سبق ان ذكرت ان القسم طوله ٦ متر) وحفروه فعلا ووضعوا التصليبات الخشبية اللازمة تهايل ليلا لردائة طبقاته كما تهايلت بعد اقسام اخرى متجاورة بنفس الصفة
ولما كان هذا التهايل قد سد جميع السراديب السفلى والعليا ولا يمكن مع ذلك التقدم بالعمل قبل ازالة الاتربة ولكن لما كانت ازالتها بدون درس واحتراس يخشى منها رأى المقاول ان خير الطرق ترك الحالة كما هى مع حفر سراديب وقتية (انظر شكل ١٠) صار تقويتها بحيطان جانبية وبذلك امكن رجوع المواصلات الى مجراها الطبيعى .

القطاع العرضي عند القسم ١٠٢

(شكل نمرة ١٠)

اثناء بناء العقد



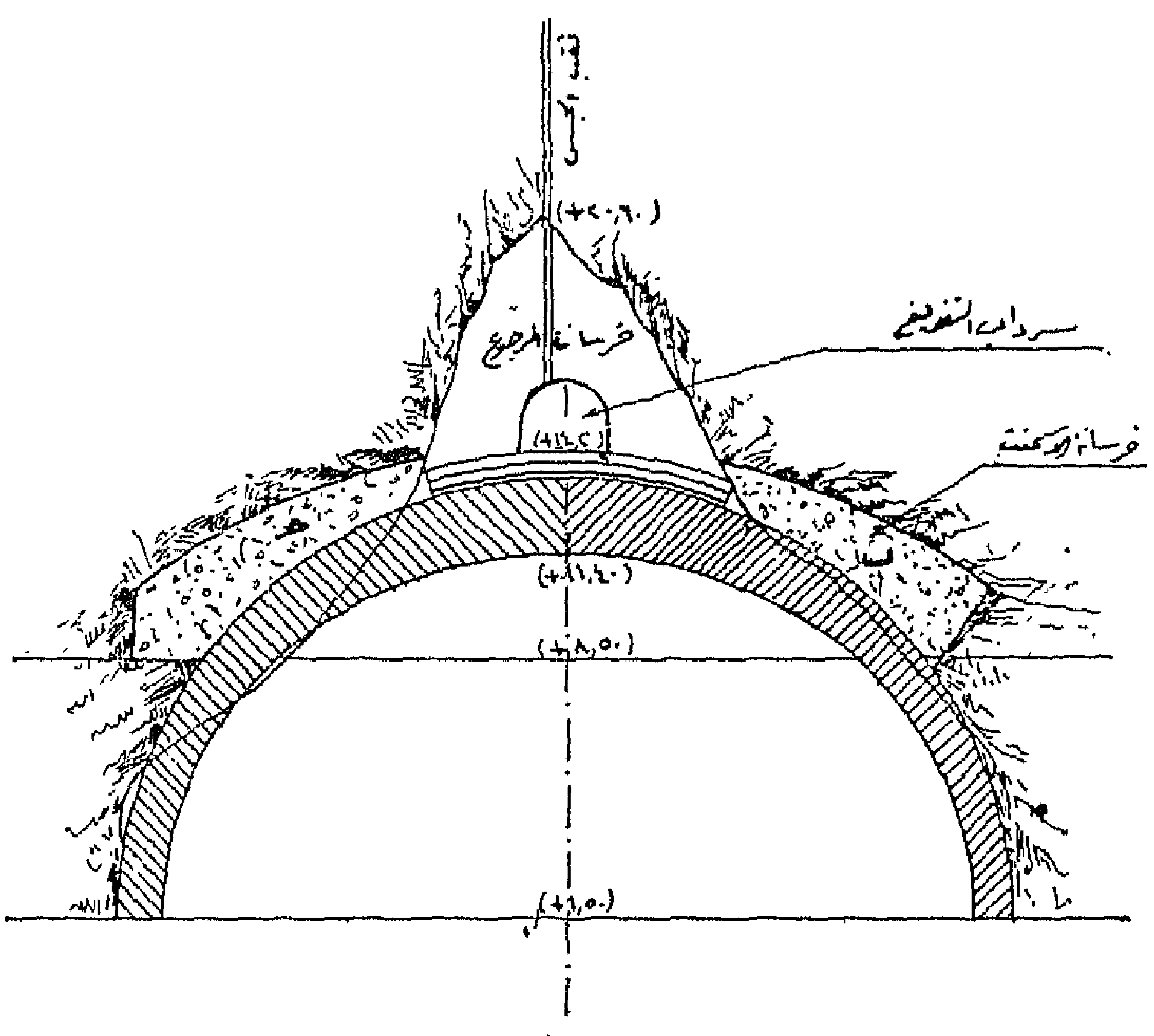
شرع المقاول عندئذ فى بناء عقد سمكه ٧٠ متر من خرسانة مسلحة مكونة من اسمنت ورمل ورجوع بكميات ٥٠٠ كيلو جرام و ٤٠٠ لتر و ٧٠٠ لتر واستعمل الرجوع لخفته بعد ذلك صار ملأ الفجوه العليا بخراسانة رجوع ايضا مكونة من جير ورمل ورجوع بنسبة ٢٠٠ كيلوجرام من الجير المتر المكعب.

لم يكتفى بحكمة استعمال الرجوع بل تركت الفجوه الظاهرة فى الشكل (١١) حتى يخف المحل على العقد . هذا وقد اراد المقاول ان

القطاع العرضي عند القسم ١٠٢

بعد تحميم العقد الجزئي

(شكل نمرة ١١)



لا يكون لهذه الاحمال مهما خفت تأثير يذكر على عقد النفق فحفر الاجزاء (ب) و (حـ) شكل (١١) وملأها بالخرسانة وبذلك أوجد بعمله هذا عقداً يكاد يكون منفصلا عن عقد النفق ومرتكزا على الارض الصحيحة

بعد ذلك أزيل النهايل واقيمت اعمدة وقتية تحت العقد الجزئى الى ان تم بناء عقد النفق

هذا ايها السادة وصف اجمالى للعمل الجسيم الذى بدىء فيه فى سنة ١٩١١ ولم ينته بعد ولا ينتظر نهوه فى الغالب قبل سنة ١٩٢٧.

محمود على

مطبعة أبي الهول بشارع محمد علي بالقاهرة
بجوار دار الكتب الخديوية لصاحبها عثمان فهمي